

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 8 2 5 2 4

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 10/30			H 0 1 F 10/30	
G 0 1 R 33/09			H 0 1 L 43/08	M
H 0 1 L 43/08			43/10	
43/10			G 0 1 R 33/06	R
審査請求 未請求 請求項の数 5			OL	(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-237335 Application No.

(22) 出願日 平成7年(1995)9月14日 Filling Date

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 福家 ひろみ

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 上口 裕三

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 岩崎 仁志

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

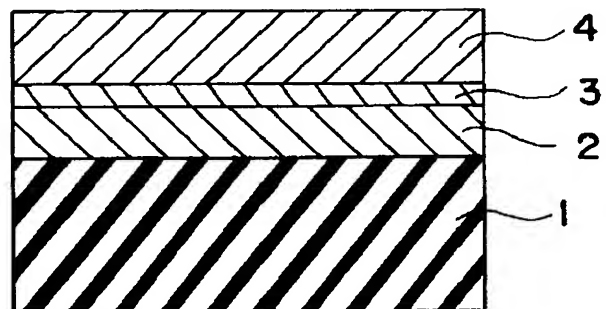
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交換結合膜および磁気抵抗効果素子

## (57) 【要約】

【課題】 大きな交換結合力が得られる交換結合膜、およびこのような交換結合膜を有し安定した出力を長期間にわたって得ることのできる磁気抵抗効果素子を提供する。

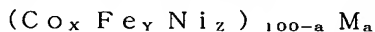
【解決手段】 Fe, Co, Ni の少なくとも1種からなる強磁性体膜 (2) と反強磁性体膜 (4) とを積層した構造を有する交換結合膜において、強磁性体膜と反強磁性体膜との界面に、元素添加された強磁性体からなる中間膜 (3) を介在させて格子マッチングの改善により交換結合力を向上した交換結合膜、およびこの交換結合膜とこの交換結合膜を構成する強磁性体膜に電流を通電するための電極とを具備した磁気抵抗効果素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Fe、Co および Ni からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素からなる強磁性体膜と、反強磁性体膜とを積層した構造を有する交換結合膜において、上記強磁性体膜と上記反強磁性体膜との界面に、Fe、Co および Ni からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素と、B、Al、Ca、Sc、Cu、Sr、Rh、Pd、Ag、La、Ce、Pr、Yb、Ir、Pt、Au、Pb、Li、Ti、Rb、V、Zr、K、Cr、Nb、Mo、Ba、Nd、Eu、Ta、W、C、Zr、Cd、Mg、Y、Tc、Ru、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Lu、Hf、Re、Os、Tl、Na、In および Ga からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素とを含有する強磁性体からなる中間膜を介在させたことを特徴とする交換結合膜。

【請求項 2】 上記強磁性体膜と上記反強磁性体膜との界面に介在させる中間膜が、下記一般式



(ここで、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $x + y + z = 1$ 、 $0 \leq a \leq 50$ であり、M は B、Al、Ca、Sc、Cu、Sr、Rh、Pd、Ag、La、Ce、Pr、Yb、Ir、Pt、Au、Pb、Li、Ti、Rb、V、Zr、K、Cr、Nb、Mo、Ba、Nd、Eu、Ta、W、C、Zr、Cd、Mg、Y、Tc、Ru、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Lu、Hf、Re、Os、Tl、Na、In および Ga からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素である。) で表されることを特徴とする請求項 1 記載の交換結合膜。

【請求項 3】 上記中間膜の組成が連続的に変化することを特徴とする請求項 1 記載の交換結合膜。

【請求項 4】 上記中間膜の組成が段階的に変化することを特徴とする請求項 1 記載の交換結合膜。

【請求項 5】 請求項 1 記載の交換結合膜と、上記交換結合膜を構成する強磁性体膜に電流を通電する電極とを具備したことを特徴とする磁気抵抗効果素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、強磁性体膜と反強磁性体膜との交換結合を利用する交換結合膜、およびこの交換結合膜を具備した磁界検出用センサや再生用磁気ヘッドなどの磁気抵抗効果素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より高密度磁気記録における再生用ヘッドとして、磁気抵抗効果素子を用いた磁気ヘッドの研究が進められている。現在、磁気抵抗効果素子材料としては 80 at % Ni - 20 at % Fe 合金（いわゆるパーマロイ）薄膜が用いられている。近年、これに代わる材料として巨大磁気抵抗効果を示す (Co/Cu)<sub>n</sub> などの人工格子膜やスピバルブ膜が注目されている。

しかし、これらの材料からなる磁気抵抗効果膜は磁区を持つため、これに起因するバルクハウゼンノイズが実用化の上で大きな問題となっており、磁気抵抗効果膜を単磁区化する方法が種々検討されている。その 1 つに強磁性体である磁気抵抗効果膜と反強磁性体膜との交換結合を利用して磁気抵抗効果膜の磁区を特定方向に制御する方法がある。このような反強磁性体材料としては γ-FeMn 合金が広く知られている（例えば、米国特許第 4103315 号および米国特許第 5014147 号）。また、巨大磁気抵抗効果が得られるスピバルブ膜においては、反強磁性体膜はこれと接する強磁性体膜の磁化を固定する役割を果たす。この磁化の固定力すなわち交換結合力の大きさは、スピバルブ膜を再生ヘッド部に用いた磁気ヘッドにおける再生出力の大きさに大きく関わってくる。しかし、現在までに用いられている強磁性体膜と反強磁性体膜との組み合わせでは大きな交換結合力が得られず、その結果十分な再生出力が得られないなどの問題があった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、強磁性体膜と反強磁性体膜との交換結合を利用する交換結合膜は、例えば磁気抵抗効果素子のバルクハウゼンノイズの低減、スピバルブ膜の磁化の固着などに応用されているが、それほど大きな交換結合力が得られないという問題があった。

【0004】 本発明の目的は、大きな交換結合力が得られる交換結合膜、およびこのような交換結合膜を有し、安定した出力を長期間にわたって得ることのできる磁気抵抗効果素子を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の交換結合膜は、Fe、Co および Ni からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素からなる強磁性体膜と、反強磁性体膜とを積層した構造を有する交換結合膜において、上記強磁性体膜と上記反強磁性体膜との界面に、Fe、Co および Ni からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素と、B、Al、Ca、Sc、Cu、Sr、Rh、Pd、Ag、La、Ce、Pr、Yb、Ir、Pt、Au、Pb、Li、Ti、Rb、V、Zr、K、Cr、Nb、Mo、Ba、Nd、Eu、Ta、W、C、Zr、Cd、Mg、Y、Tc、Ru、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Lu、Hf、Re、Os、Tl、Na、In および Ga からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素とを含有する強磁性体からなる中間膜を介在させたことを特徴とするものである。本発明の磁気抵抗効果素子は、上記交換結合膜と、上記交換結合膜を構成する強磁性体膜に電流を通電する電極とを具備したことを特徴とするものである。

## 【0006】

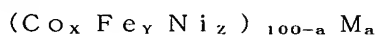
【発明の実施の形態】 以下、本発明を詳細に説明する。

本発明の交換結合膜において、強磁性体膜はFe、CoおよびNiからなる群より選択される少なくとも1種の元素からなるものであり、一般式 $\text{Co}_x\text{Fe}_y\text{Ni}_z$

( $0 \leq X \leq 1$ ,  $0 \leq Y \leq 1$ ,  $0 \leq Z \leq 1$ ,  $X+Y+Z=1$ )で表される。より具体的には、 $\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}$ 、 $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ 、Coなどが挙げられる。本発明の交換結合膜において、反強磁性体膜としては例えば $\gamma\text{-FeMn}$ 合金、NiO、NiMn合金、IrMn合金が挙げられる。これらの強磁性体膜と反強磁性体膜とは少なくとも部分的に積層されて、交換結合していればよい。

【0007】本発明の交換結合膜の特徴的な構成は、強磁性体膜と反強磁性体膜との界面に、強磁性膜の構成元素であるFe、CoおよびNiからなる群より選択される少なくとも1種の元素と、これ以外の添加元素Mとを含有する強磁性体膜からなる中間膜を設けたことにある。ここで、添加元素Mとしては、B、Al、Ca、Sc、Cu、Sr、Rh、Pd、Ag、La、Ce、Pr、Yb、Ir、Pt、Au、Pb、Li、Ti、Rb、V、Zr、K、Cr、Nb、Mo、Ba、Nd、Eu、Ta、W、C、Zr、Cd、Mg、Y、Tc、Ru、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Lu、Hf、Re、Os、Tl、Na、InおよびGaからなる群より選択される少なくとも1種が用いられる。

【0008】この中間膜を構成する強磁性体は、下記一般式



(ここで、 $0 \leq X \leq 1$ ,  $0 \leq Y \leq 1$ ,  $0 \leq Z \leq 1$ ,  $X+Y+Z=1$ ,  $0 \leq a \leq 50$ である。)で表される。より具体的には、 $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{100-a}\text{M}_a$ 、 $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{100-a}\text{M}_a$ 、 $\text{Co}_{100-a}\text{M}_a$ 、 $\text{Fe}_{100-a}\text{M}_a$ などが挙げられる。添加元素Mの添加量aは50at%以下であり、2at%以上30at%以下であることがより好ましい。

【0009】この中間膜は、強磁性体膜と反強磁性体膜との界面に介在することにより、膜間の格子マッチングを向上させる作用を有し、これによって大きな交換結合力が得られる。上述した添加元素Mは、耐食性、交換結合力、ブロッキング温度の改善にとっても好ましい成分である。特に上述した添加元素のうちPd、Cu、Pt、Au、Agは、抵抗変化率に対する影響を最小限度に抑えられる観点から好ましい元素である。

【0010】本発明において中間膜は、反強磁性体膜との界面において格子マッチングが良好になるという条件を満たせば、組成変調型であってもよい。例えば、中間膜中において添加元素Mの組成が連続的に変化してもよいし、所定の膜厚で段階的に変化してもよい。この場合、反強磁性体膜側の界面において、添加元素Mの添加量が最大になっていればよい。一般的に強磁性体膜に元素添加を行うと磁化が減少したりキュリー温度が低下したりするが、上記のように反強磁性体膜側の界面におい

て添加元素Mの添加量が最大になるように制御すれば、強磁性体膜の特性の劣化を最小限に抑えることができる。また、本発明の強磁性膜を2種以上積層した形態でもよい。

【0011】本発明の交換結合膜では、強磁性体膜および反強磁性体膜の膜厚は、それぞれ強磁性および反強磁性を発現する範囲であれば特に限定されない。ただし、大きな交換結合力を得るためには、反強磁性体膜の膜厚が強磁性体膜の膜厚よりも厚いことが望ましい。また、中間膜の膜厚も特に限定されず、少なくとも一原子層だけ存在していればよい。

【0012】本発明の交換結合膜は、蒸着法、スパッタ法、MBE法など公知の成膜方法を用いて所定の基板上に形成される。この際、反強磁性体膜と強磁性体膜との結合に一方向異方性を付与するために、磁界中で成膜するかまたは熱処理を行ってもよい。

【0013】基板は特に限定されず、ガラス、樹脂などの非晶質基板、Si、MgO、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、各種フェライトなどの単結晶基板、配向基板、焼結基板などを用いることができる。また、反強磁性体膜や強磁性体膜の結晶性を向上させるために、基板上に1~100nmの厚さの下地層を設けてもよい。下地層は結晶性を向上させるものであれば特に限定されないが、例えばPdやPtなどの貴金属、CoZrNbなどの非晶質金属、面心立方構造を持つ金属や合金を用いることができる。

【0014】本発明の磁気抵抗効果素子は、上述した交換結合膜に対し、少なくとも強磁性体膜に電流を通電するための電極を設けたものである。電極としては、例えばCu、Ag、Au、Alやこれらの合金が用いられる。電極は強磁性体膜に直接接触してもよいし、反強磁性体膜を介して形成されていてもよい。

【0015】本発明の磁気抵抗効果素子は、上述したように大きな交換結合力が得られる交換結合膜を具備しているので、磁界検出用センサー、再生用磁気ヘッドなどに用いた場合に大きな再生出力が得られる。

【0016】なお、本発明の磁気抵抗効果素子において、反強磁性体膜と強磁性体膜との交換結合力は強磁性体膜におけるバルクハウゼンノイズ除去、人工格子膜やスピナルブ膜に対する磁化固着などに利用することもできる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

#### 実施例1

RFマグネトロンスパッタ装置を用い、基板を加熱していない状態で磁界中成膜することにより、図1に示す構造を有する交換結合膜を作製した。具体的には、表面がC面であるサファイア基板1上に、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ の組成を有する膜厚4nmの強磁性体膜2、 $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{90}\text{M}_{10}$ で表される組成を有する強磁性体からなる

膜厚1nmの中間膜3、 $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$ の組成を有する膜厚15nmの反強磁性体膜4を順次形成した。中間膜3の添加元素Mとして、それぞれB, Al, Ca, Sc, Cu, Sr, Rh, Pd, Ag, La, Ce, Pr, Yb, Ir, Pt, Au, Pb, Li, Ti, Rb, V, Zr, K, Cr, Nb, Mo, Ba, Nd, Eu, Ta, W, C, Zr, Cd, Mg, Y, Tc, Ru, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, Hf, Re, Os, Tl, Na, InまたはGaを用いた。

【0018】得られた交換結合膜について、結晶構造とその配向方位をX線回折により調べた。その結果、結晶構造は面心立方構造であり、(111)配向した膜であることが確認された。

【0019】図2に得られた交換結合膜の磁化容易軸方向(成膜時の磁界方向)の磁化曲線aおよび磁化困難軸方向の磁化曲線bを示す。図2において、cの値が交換結合力を示す交換バイアス磁界(Hu a)である。

【0020】図3に、上述したそれぞれの添加元素Mを添加した中間膜を有する各交換結合膜、および中間膜を設けていない交換結合膜について測定された交換バイアス磁界の値を示す。この図に示されるように、中間膜を有する交換結合膜は、中間膜を設けていない交換結合膜よりも、交換結合力が大きいことがわかる。

#### 【0021】実施例2

実施例1と同様の方法により図1に示す構造を有する交換結合膜を作製した。本実施例では、表面がC面であるサファイア基板1上に、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ の組成を有する膜厚3nmの強磁性体膜2、 $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{100-a}\text{Pd}_a$  (a=5, 10, 15, 20, 25, 30)で表される組成を有する強磁性体からなる膜厚2nmの中間膜3、 $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$ の組成を有する膜厚15nmの反強磁性体膜4を順次形成した。

【0022】図4に中間膜におけるPdの添加量aと交換バイアス磁界との関係を示す。図4から、Pdの添加量aが増加するのに伴って交換結合力が増加することがわかる。

【0023】図5に中間膜におけるPdの添加量aと中間膜の格子定数との関係を示す。図5から、Pdの添加量aが増加するのに伴って中間膜の格子定数が反強磁性体膜である $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$ の格子定数に近づいていることがわかる。

#### 【0024】実施例3

実施例1と同様の方法により図6に示す構造を有する交換結合膜を作製した。本実施例においては、サファイア基板1上に、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ の組成を有する膜厚4nmの強磁性体膜2、 $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{90}\text{Ta}_{10}$ で表される組成を有する強磁性体からなる膜厚1.5nmの中間膜11、 $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{80}\text{Ta}_{20}$ で表される組成を有する強磁性体からなる膜厚1.5nmの中間膜12、 $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$ の組成を有する膜厚15nmの反強

磁性体膜4を順次形成した。

【0025】図3に本実施例で得られた交換結合膜の交換バイアス磁界の値を併記する。本実施例のように中間膜として組成が段階的に変化する組成変調膜を用いた場合、大きな交換結合力が得られることがわかる。

#### 【0026】実施例4

実施例1と同様の方法により図1と類似の構造を有する交換結合膜を作製した。本実施例においては、サファイア基板1上に、 $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ の組成を有する膜厚2nmの強磁性体膜2、 $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{100-a}\text{Nd}_a$ で表される組成を有し、Nd組成aが強磁性体膜2側でa=1、反強磁性体膜4側でa=20となるように連続的に変化した強磁性体からなる膜厚3nmの中間膜3、 $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$ の組成を有する膜厚15nmの反強磁性体膜4を順次形成した。

【0027】図3に本実施例で得られた交換結合膜の交換バイアス磁界の値を併記する。本実施例のように中間膜として組成が連続的に変化する組成変調膜を用いた場合、大きな交換結合力が得られることがわかる。

#### 【0028】実施例5

実施例1と同様の方法により図1に示す構造を有する交換結合膜を作製した。本実施例では、表面がC面であるサファイア基板1上に、 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ の組成を有する膜厚4nmの強磁性体膜2、 $(\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2})_{90}\text{M}_{10}$ で表される組成を有する強磁性体からなる膜厚1nmの中間膜3、 $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$ の組成を有する膜厚15nmの反強磁性体膜4を順次形成した。中間膜3の添加元素Mとして、それぞれB, Al, Ca, Sc, Cu, Sr, Rh, Pd, Ag, La, Ce, Pr, Yb, Ir, Pt, Au, Pb, Li, Ti, Rb, V, Zr, K, Cr, Nb, Mo, Ba, Nd, Eu, Ta, W, C, Zr, Cd, Mg, Y, Tc, Ru, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu, Hf, Re, Os, Tl, Na, InまたはGaを用いた。

【0029】図7に、上述したそれぞれの添加元素Mを添加した中間膜を有する各交換結合膜、および中間膜を設けていない交換結合膜について測定された交換バイアス磁界の値を示す。この図に示されるように、中間膜を有する交換結合膜は、中間膜を設けていない交換結合膜よりも、交換結合力が大きいことがわかる。

#### 【0030】実施例6

本実施例では通常の半導体プロセスを用いて加工を行い、図8に示す磁気抵抗効果素子を作製した。具体的には、シリコン基板21表面に形成された熱酸化膜22の上に、膜厚40nmの $\text{Co}_{83}\text{Pt}_{17}$ ハード膜23を成膜した後、その一部を選択的に除去して下地の熱酸化膜22を部分的に露出させた。その上に膜厚10nmの $\text{Co}_{88}\text{Zr}_5\text{Nb}_7$ 膜24、膜厚2nmの $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ 膜25、膜厚4nmの $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 強磁性体膜26、膜厚3nmのCu膜27、膜厚2nmの $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$ 強磁性体

膜 28、膜厚 1 nm の  $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{90}\text{Pb}_{10}$  中間膜 29、膜厚 15 nm の  $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$  反強磁性体膜 30、膜厚 20 nm の Ti 保護膜 31 を順次成膜した。さらに膜厚  $20\text{ }\mu\text{m}$  の Cu 電極 32 を成膜して加工した。

【0031】なお、磁界中で熱処理を行った後、ハード膜 23 を着磁し、反強磁性体膜 30 と中間膜 29 および強磁性体膜 28 との結合に一方異方性を付与し、また強磁性体膜 26 に一軸異方性を付与した。ハード膜 23 は  $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$  強磁性体膜 26 を単磁区化させる役割を果たす。

【0032】得られた磁気抵抗効果素子に外部から磁界を印加して、その磁界応答性を調べた。その結果、上部磁性層に  $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$  強磁性体膜のみを用いた磁気抵抗効果素子と同等以上の安定した出力が得られた。また、磁壁移動に伴うバルクハウゼンノイズの発生は認められなかった。

【0033】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の交換結合膜では大きな交換結合力が得られ、熱安定性にも優れている。また、このような交換結合膜を具備した本発明の磁気抵抗効果素子では安定した出力を長期間にわたって得ることができ、その工業的価値は大なるものがある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る交換結合膜の一例を示す断面図。

【図 2】本発明の実施例 1 で得られた交換結合膜の磁化

曲線を示す図。

【図 3】本発明の実施例 1 で得られた交換結合膜について交換バイアス磁界の値を示す図。

【図 4】本発明の実施例 2 で得られた交換結合膜について中間膜における Pd の添加量 a と交換バイアス磁界との関係を示す図。

【図 5】本発明の実施例 2 で得られた交換結合膜について中間膜における Pd の添加量 a と中間膜の格子定数との関係を示す図。

10 【図 6】本発明に係る交換結合膜の他の例を示す断面図。

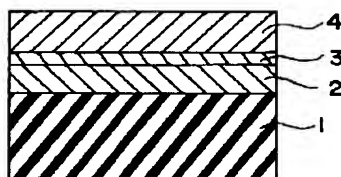
【図 7】本発明の実施例 5 で得られた交換結合膜について交換バイアス磁界の値を示す図。

【図 8】本発明に係る磁気抵抗効果素子の一例を示す断面図。

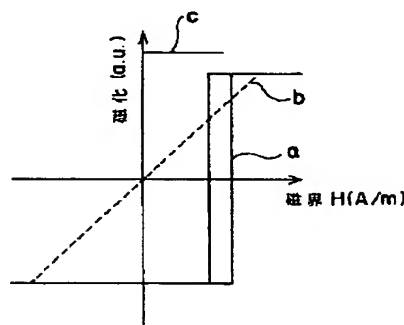
【符号の説明】

1…サファイア基板、2…強磁性体膜、3…中間膜、4…反強磁性体膜、11、12…中間膜、21…シリコン基板、22…熱酸化膜、23… $\text{Co}_{83}\text{Pt}_{17}$  ハード膜、24… $\text{Co}_{88}\text{Zr}_5\text{Nb}_7$  膜、25… $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$  膜、26… $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$  強磁性体膜、27…Cu 膜、28… $\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}$  強磁性体膜、29… $(\text{Co}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})_{90}\text{Pb}_{10}$  中間膜、30… $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{50}$  反強磁性体膜、31…Ti 保護膜、32…Cu 電極。

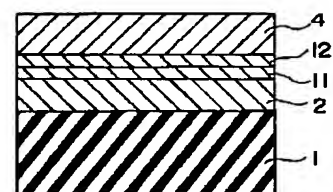
【図 1】



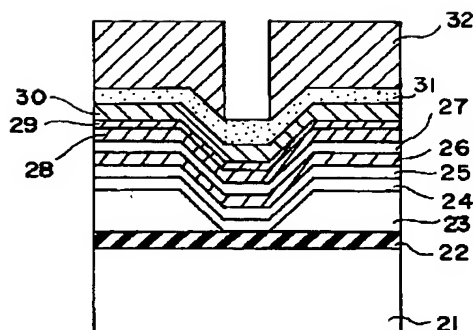
【図 2】



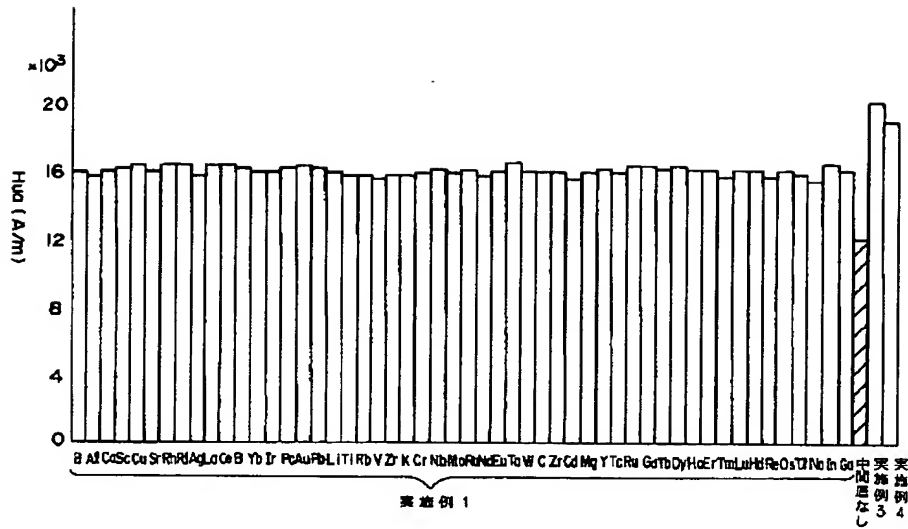
【図 6】



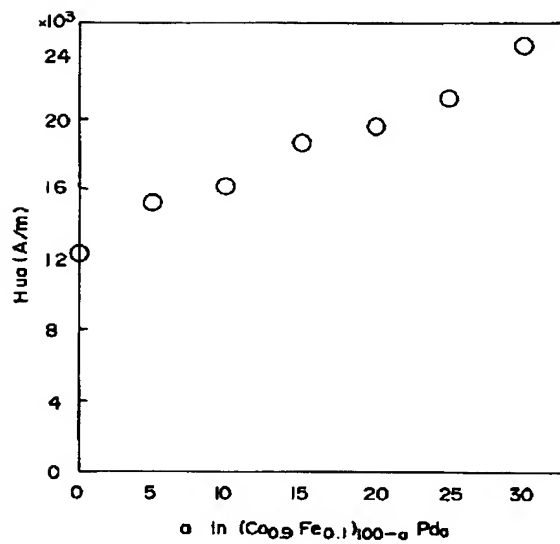
【図 8】



【図3】



【図4】



【図5】

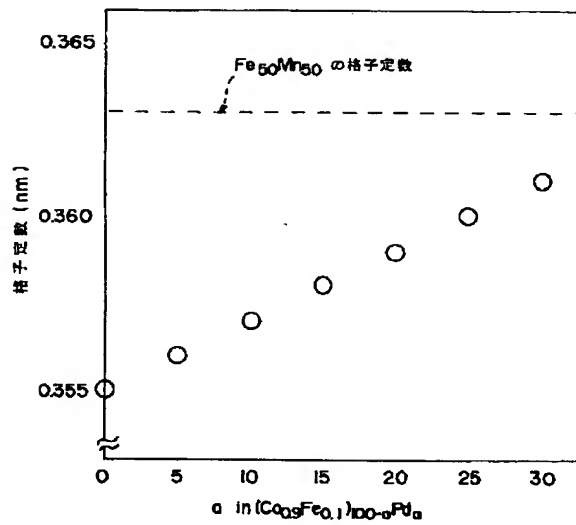


Figure 5 is a bar chart showing the average atomic number (Z) of elements in the periodic table, categorized by groups. The y-axis is labeled "Z (A/m)" and ranges from 0 to 20. The x-axis lists elements from B to In. The bars show a general trend of increasing Z with increasing atomic number, with some fluctuations. A bracket labeled "実施例 5" (Example 5) is placed under the first 18 elements (B to Ar).

(72)発明者 佐橋 政司  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-082524

(43)Date of publication of application : 28.03.1997

1)Int.Cl. H01F 10/30  
G01R 33/09  
H01L 43/08  
H01L 43/10

1)Application number : 07-237335

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

2)Date of filing : 14.09.1995

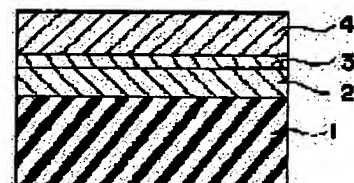
(72)Inventor : FUKUYA HIROMI  
KAMIGUCHI YUZO  
IWASAKI HITOSHI  
SAHASHI MASASHI

## 4) EXCHANGE COUPLING FILM AND MAGNETORESISTANCE EFFECT ELEMENT

### 7)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exchange coupling film with large exchange coupling force, and a magnetoresistance effect element with a stable output for a long time using the exchange coupling film.

**SOLUTION:** In an exchange coupling film, a ferromagnetic film 2 made of at least one kind of Fe, Co and Ni and an antiferromagnetic film 4 are laminated. A middle film 3 made of a doped ferromagnetic material is provided at the interface between the ferromagnetic film 2 and the antiferromagnetic film 4 to improve the exchange coupling force by improving lattice matching. In addition an electrode for feeding power to the ferromagnetic film 2 in the exchange coupling film is provided.



## LEGAL STATUS

Date of request for examination] 29.03.2000

Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.11.2000

Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

Date of final disposal for application]

Patent number] 3226254

Date of registration] 31.08.2001

Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-20526

Date of requesting appeal against examiner's decision] 26.12.2000